

⑬ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift

⑪ DE 3901893 A1

⑤ Int. Cl. 4:

E 04 G 21/08

B 06 B 1/10

H 02 P 6/00

B 06 B 1/04

G 05 D 13/62

⑳ Aktenzeichen: P 39 01 893.8

㉔ Anmeldetag: 23. 1. 89

㉕ Offenlegungstag: 10. 8. 89

DE 3901893 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①

29.01.88 JP 17112/88

⑦① Anmelder:

Mikasa Sangyo K.K.; Sinano Electric Co. Ltd.,  
Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:

Münzhuber, R., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:

Yoshida, Kenji, Tokio/Tokyo, JP; Matsushita, Kazuo,  
Ohmiya, JP; Shionoya, Akinobu, Musashino, JP;  
Baba, Isao, Chino, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Betonrüttler

Es wird ein Betonrüttler geschaffen, bei welchem ein füh-  
lerloser Halbleitermotor als Antrieb verwendet wird. Der füh-  
lerlose Halbleitermotor besitzt eine solche Anordnung, daß  
die Drehposition des Permanentmagnetrotors auf der  
Grundlage einer Spannung ermittelt wird, die von dreiphasi-  
gen Statorwicklungen erzeugt wird, also einer Spannung,  
die entsprechend der Verteilung des Magnetflusses in den  
Spalt induziert wird und ihre Frequenz allein mit der Drehge-  
schwindigkeit ändert, ohne daß ein Hall-Element erforder-  
lich ist, das durch Vibrationen und Wärme leicht beschädigt  
wird, also nur eine sehr geringe Widerstandsfähigkeit be-  
sitzt. Der fühlerlose Halbleitermotor ist außerdem so ange-  
ordnet, daß sich die Stromversorgung zur Statorwicklung  
unter der Steuerung eines Halbleiter-Inverters befindet, der  
seinerseits durch Impulsbreitenmodulation oder Impulshö-  
henmodulation gesteuert wird.

BEST AVAILABLE COPY

DE 3901893 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Betonrüttler zum Entlüften von Beton.

Ein Betonrüttler zur Verwendung beim Betonieren weist beispielsweise einen Rüttlerkörper A, der aus einem Rüttelabschnitt I mit eingebauter Anregungseinheit und einem Motorabschnitt II besteht, und einen Antriebs-Schaltkasten B auf, der einen Startschalter und ähnliche Bauelemente beinhaltet und mit dem Rüttlerkörper über ein Kabel oder eine Hülse verbunden ist. Ein solcher Betonrüttler sorgt für eine ausreichende Entlüftung des Betons dadurch, daß der Beton durch den gegen den Beton gepreßten Rüttlerkörper A in Vibration versetzt wird, wodurch eine Verfestigung des Betons einsetzt; ein solcher Rüttler ist für die Herstellung hochfester Betonbauten unerlässlich.

Die Hauptforderungen, die an solche Betonrüttler gestellt werden, sollen nachfolgend aufgezählt werden. (1) Wenn der Rüttlerkörper in die Betonmasse gepreßt wird, soll keine wesentliche Verminderung der Vibrationsfrequenz und folglich keine wesentliche Abnahme der Wirksamkeit auftreten; (2) die Vibrationsfrequenz soll gemäß der Härte des Betons, beispielsweise seines Wassergehalts, unterschiedlich einstellbar sein, um so eine optimale Entlüftung zu erreichen; (3) der Rüttler soll klein, leicht, einfach, wartungsfrei und leicht beweglich sein und darüberhinaus von einer minimalen Zahl von Bedienungspersonen bedient werden können, vorzugsweise von nur einer einzigen Person; (4) es soll keine besondere Stromversorgung erforderlich sein, vielmehr selbst ein übliches Stromnetz mit vergleichsweise großen Spannungsschwankungen als Stromversorgung dienen können. Nahezu alle diese Forderungen stehen in Zusammenhang mit dem Motor zum Antrieb der Anregungseinrichtung für die Vibrationen, beispielsweise einem Umlauf-Exzenter. Hochgeschwindigkeits-Antriebsmotoren, wie sie bisher meist verwendet werden, etwa Induktionsmotoren oder Kommutator-Motoren, haben zwar Vorteile aber auch Nachteile, können jedenfalls nicht alle der erwähnten Forderungen (1) bis (4) erfüllen.

So ist beispielsweise ein als Antriebsquelle verwendeter Induktionsmotor einfach in seinem Aufbau, unempfindlich und robust gegenüber Überlastung und kann durch ein übliches Stromnetz betrieben werden, jedoch zeigt ein solcher Motor einen Schlupf, so daß sich seine Drehgeschwindigkeit mit der Belastung ändert, was zwangsläufig zu einer beträchtlichen Änderung der Rüttelfrequenz führt. Wenn beispielsweise der Rüttler nach dem Starten in freier Luft in die Betonmasse unter Druck eingetaucht wird, dann fällt seine Drehgeschwindigkeit ab, beispielsweise von 12 000 U/min auf etwa 6000 U/min. Die Verwendung eines Induktionsmotors hat somit den Nachteil, daß für die gewünschte Entlüftung eine lange Rüttelzeit erforderlich ist; die Arbeitsfähigkeit gesenkt ist und die Gefahr einer ungenügenden Entlüftung entsteht. Diese Nachteile treten auch mit der steigenden Härtung des Betons auf. Wird ein Motor großer Kapazität zur Vermeidung der erwähnten Nachteile verwendet, dann wird der Betonrüttler sperrig, schwer und teuer.

Nun wird heute vielfach ein System eingesetzt, bei welchem der Induktionsmotor mit einer hohen Frequenz von beispielsweise etwa 200 Hz unter Verwendung eines Frequenzumsetzers, etwa eines Motorgenerators mit statischem Inverter, betrieben wird, wobei dann die Arbeitsleistung durch Steigerung der Rüttel-

frequenz erhöht werden kann; andererseits jedoch macht die Verwendung eines Frequenzumsetzers den Betonrüttler teuer und schwer. Darüberhinaus führt der Hochfrequenzantrieb zu einer Steigerung der Eisenverluste mit der Folge einer starken Wärmeerzeugung sowohl durch den Rotor als auch durch den Stator. Damit ergibt sich dann die Gefahr eines Motorbrandes, insbesondere wenn der Betonvibrator längere Zeit in Luft läuft, also nahezu unbelastet, oder wenn der Rüttler für die Entlüftung lange im Beton arbeitet; es muß deshalb ein Wärmeschutz für den Motor vorgesehen werden. Dies ist ein anderer Nachteil eines solchen Systems. Weil der Induktionsmotor einen Schlupf hat, muß ebenfalls oft ein Motor hoher Kapazität verwendet werden, was zu einem Rüttler mit großen Abmessungen und hohem Gewicht führt. Schließlich ist die Drehgeschwindigkeit üblicher Induktionsmotoren fest und kann nicht mit der Härte des Betons verändert werden, wobei dann auch die Verwendung eines Motorgenerators mit großer Spannungsschwankung kaum möglich ist, und zwar aufgrund der oben beschriebenen Eigenschaften eines Induktionsmotors; jedenfalls sind bezüglich der zu verwendenden Energieversorgung enge Grenzen gesetzt.

In neuester Zeit ist der Versuch gemacht worden, als Antriebsquelle für die Anregungseinrichtung einen Halbleitermotor mit Fühler zu verwenden, also einen sogenannten bürstenlosen Gleichstrommotor, und zwar anstelle des oben erläuterten Induktionsmotors. Der sogenannte bürstenlose Gleichstrommotor weist einen Permanentmagnetrotor, einen Stator und einen Halbleiterschaltkreis mit magnetosensitivem Element zur Ermittlung der Drehstellung des Permanentmagnetrotors auf, und zwar anstelle der üblichen Abnehmerbürste eines Gleichstrommotors, wobei als Sensorelement ein Hall-Element und als Ersatz für den Kommutator ein Transistor verwendet wird.

Ein solcher Motor ist dem Induktionsmotor dadurch überlegen, daß er kleiner ist, einen höheren Wirkungsgrad (10 bis 20% höher) besitzt und seine Geschwindigkeit gesteuert verändert werden kann; außerdem besitzt er überlegene Starteigenschaften und ist in Folge des Fehlens von Abnehmerbürsten leicht zu warten. Der Motor ist also im wesentlichen frei von den oben erläuterten Nachteilen des Induktionsmotors. Andererseits besteht bei einem solchen Motor die Gefahr, daß das Hall-Element zur Ermittlung der Drehstellung des Permanentmagnetrotors, ein Dekodierelement, eine Induktivität und/oder ähnliche Bauelemente durch die Vibrationen des Rüttlers und durch die vom Motor erzeugte Hitze beschädigt oder zerstört werden. Aus diesem Grund sind in der Praxis häufig Störungen und Fehler aufgetreten und der Rüttler bedarf einer intensiven Wartung, was im Endeffekt zu einer Verminderung der Einsatzfähigkeit führt. Zur Vermeidung dieser Nachteile ist vorgeschlagen worden, den Motorantriebskreis vom Rüttlerkörper, welcher den Motor, das Hall-Element und die Anregungseinrichtung enthält, zu trennen, und diese beiden Bauteile über ein Kabel zu verbinden. Dabei darf jedoch die zulässige Entfernung zwischen Rüttlerkörper und Antriebseinrichtung maximal 1,5 m betragen, und zwar aufgrund vorgegebener Bedingungen, etwa Bedingungen bezüglich der Lärmentwicklung. Aus diesem Grund ist dieser Vorschlag dann nicht auf einen Betonrüttler anwendbar, wenn beispielsweise ein 20 m langes Kabel für die Bewegung des Rüttlerkörpers erforderlich ist, und darüberhinaus erfordert dieser Vorschlag ein vergleichsweise dickes Kabel mit etwa 11 Steuerleitungen einschließlich einer Strom-

leitung für den Motor, was es dann sehr langsam macht, den Rüttlerkörper zu bewegen. Zusammengefaßt kann somit gesagt werden, daß die Verwendung eines Halbleitermotors mit Fühler bei einem Betonrüttler zwar die Nachteile der üblichen Rüttler (mit Induktionsmotor) vermeidet, andererseits zu neuen Problemen führt.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist deshalb die Schaffung eines Betonrüttlers, der frei von den erwähnten Nachteilen der bekannten Betonrüttler ist, wie etwa Betonrüttlern mit Induktionsmotor, mit Kommutator-Motor und mit Halbleitermotor mit Fühler.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht in der Verwendung eines fühllosen Halbleitermotors zum Antrieb der Antriebseinrichtung. Der fühllose Halbleitermotor besitzt eine Anordnung, bei welcher die Drehstellung des Permanentmagnetrotors auf der Grundlage einer Spannung ermittelt wird, die von dreiphasigen Statorwicklungen induziert wird, also auf der Grundlage einer Spannung, die entsprechend der Verteilung des Magnetflusses im Spalt erzeugt wird und ihre Frequenz mit der Drehgeschwindigkeit ändert, wobei dann kein gegenüber Vibrationen und Hitze empfindliches Hallelement erforderlich ist. Weiterhin ist der fühllose Halbleitermotor so angeordnet, daß die Stromversorgung zur Statorwicklung von einem Halbleiter-Inverter gesteuert wird, der seinerseits durch ein impulsbreitenmoduliertes oder ein impulshöhenmoduliertes System gesteuert wird.

Auf der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Schemaskizze des Aufbaus eines Betonrüttlers,

Fig. 2A eine perspektivische Explosionsdarstellung des Rüttelkörpers nach einer Ausführungsform der Erfindung und

Fig. 2B einen Teilschnitt durch den Gesamtaufbau,

Fig. 3 ein elektrisches Schaltungsdiagramm und

Fig. 4 ein Diagramm zur Erläuterung eines anderen Kommutations-Steuersystems.

Um die Unterschiede zwischen der vorliegenden Erfindung und dem Stand der Technik klar herauszustellen, werden zunächst Beispiele bekannter Vorrichtungen erläutert.

Ein Betonrüttler für die Verwendung beim Betonieren weist beispielsweise, wie dies in den Fig. 1A und 1B dargestellt ist, einen Rüttlerkörper A aus einem Vibrationsteil I mit eingebauter Anregungseinrichtung und einen Antriebsmotor-Teil II sowie einen Antriebskreis-Schaltkasten B auf, der einen Startschalter und dergleichen beinhaltet, wobei der Kasten B mit dem Rüttlerkörper über ein Kabel a oder ein Rohr b verbunden ist. Der Betonrüttler dient zum ausreichenden Entlüften von Beton mittels vom Rüttlerkörper A ausgehenden Vibrationen, wobei der Körper A gegen den Beton gepreßt wird; der Rüttler verleiht dem Beton eine hohe Dichte und ist unerläßlich beim Bau hochfester Betongebäude.

Diese Beispiele von Betonrüttlern nach dem Stand der Technik haben die vorab beschriebenen Nachteile.

Nachfolgend wird nun die Erfindung im einzelnen erläutert.

Fig. 2A ist eine perspektivische Explosionszeichnung eines und Fig. 2B der Schnitt durch einen Rüttlerkörper gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. Fig. 3 zeigt ein Schaltschema, darstellend den Motor und einen Motorsteuerkreis.

In Fig. 2A ist mit I ein Rüttelabschnitt, mit 1 ein Umlaufexzenter, mit 1a dessen Welle, mit 1b eine Kupplung, mit 1c ein Sprengring und mit 1d ein Lager bezeichnet,

das größer sein muß als der Außendurchmesser des Umlauf-Exzenter 1 und eine lange Lebensdauer besitzen soll. Das Bezugszeichen II bezeichnet einen Motorabschnitt, 2 einen Stator Kern, 2a eine Statorwicklung, 2b einen Permanentmagnetrotor, 2c dessen Rotationsachse und 2d eine Kupplung für den Eingriff mit der Kupplung 1b des Umlaufexzenter 1. Das Bezugszeichen 2e bezeichnet einen Sprengring, 2f und 2f' Lager zum Lagern der Drehwelle 2c und III einen Abschlußkörper zum Verbinden der Statorwicklung 2a über ein Kabel mit einem Antriebsabschnitt, wie später noch erläutert werden wird.

Das Bezugszeichen IV bezeichnet ein Rüttelrohr, das aus einem Material hoher Abriebfestigkeit besteht. Das Bezugszeichen V bezeichnet ein Motorgehäuse, das Bezugszeichen 6 ein Abschlußgehäuse. Das Rüttelrohr 4 und das Motorgehäuse 5 sind über einen wasserabdichtenden O-Ring 7 und eine Verbindungshülse 4a miteinander verschraubt. Das Motorgehäuse 5 und das Abschlußgehäuse 6 sind über einen wasserabdichtenden O-Ring 8 miteinander verschraubt. Der Rüttelabschnitt 1 und der Motorabschnitt II sind im Rüttelrohr und im Motorgehäuse untergebracht, welche den Rüttelkörper A darstellen (Fig. 2B). In Fig. 2B bezeichnet das Bezugszeichen 9 einen Antriebs-Schaltkasten, in welchem ein Schaltkreis B<sub>1</sub> für die Überwachung der Drehstellung, ein Inverter B<sub>4</sub> und weitere Bauelemente, wie etwa ein Halbleiter-Chip, untergebracht sind. Das Bezugszeichen 10 bezeichnet einen Stecker zum Anschluß der Energieversorgung und 11 einen Start-Stop-Knopfschalter, der nahe dem Rüttelkörper A an einem Kabel 12 angeordnet ist.

In Fig. 3 bezeichnen die Bezugszeichen I und II den Rüttelabschnitt bzw. den Motorabschnitt, wobei diese beiden Abschnitte den Rüttlerkörper A bilden. Im Motorabschnitt II bezeichnet das Bezugszeichen IIb einen Permanentmagnetrotor, IIc dessen Drehwelle und IId eine dreiphasige Statorwicklung in Sternschaltung. Das Bezugszeichen B bezeichnet einen Antriebskreis, das Bezugszeichen B<sub>1</sub> einen Drehstellungs-Steuerkreis des Permanentmagnetrotors, wobei dieser Schaltkreis aus einem Sternschaltungswiderstand 13, der parallel zu der dreiphasigen Statorwicklung 2a liegt, und einem Differentialverstärker 14, der mit der Spannung v<sub>01</sub> des neutralen Punkts der Widerstände und einer Spannung v<sub>02</sub> des neutralen Punkts der dreiphasigen Sternschaltungs-Statorwicklung 2a versorgt wird. Das Bezugszeichen B<sub>2</sub> bezeichnet einen Geschwindigkeitssteuerkreis, der einen Signalkreis 15 zur Eingabe der Geschwindigkeit aufweist und ein Ausgangssignal abgibt, welches den Vergleich zwischen einem in den Signalkreis 15 eingegebenen Signal und einem Signal repräsentiert, welches vom Differentialverstärker 14 ermittelt worden ist. Das Bezugszeichen B<sub>3</sub> bezeichnet einen Kommutator-Steuerkreis zur Erzeugung eines impulsmodulierten Ausgangssignals; B<sub>4</sub> bezeichnet einen Vollwellen-Halbleiterinverter, der in der Kommutationsstellung durch den Kommutatorsteuerkreis B<sub>3</sub> gesteuert wird; 16 bezeichnet einen Gleichrichterkreis und 17 schließlich einen Glättungskondensator. Der aus den obigen Schaltelementen zusammengesetzte Antriebskreis ist in dem Antriebs-Schaltkasten 9 untergebracht, wie dies aus Fig. 2B hervorgeht, wobei ein Steuerknopf 15a des Signalkreises 15 für die Signaleingabe des Geschwindigkeitssteuerkreises B<sub>2</sub> an der Außenseite des Kastens 9 angebracht ist. Der Antriebskreis ist über das Kabel 12 und den Stecker 10 mit einem üblichen Stromnetz verbindbar. Der Start-Stop-Schaltknopf 11 ist beispielsweise

se so gestaltet, daß eine Einschaltung erfolgt, wenn der Knopf eingedrückt wird, eine Abschaltung, wenn er zum zweiten Mal niedergedrückt wird. Dieser Schaltknopf ist beispielsweise mit einem Basissignalkreis geringen Stromwerts des Inverters  $B_4$  verbunden, der den Schalter mit einem sehr geringen Strom betätigt und so klein gemacht werden kann, daß er im Kabel 12 nahe dem Rüttlerkörper A unterbringbar ist, wie dies in Fig. 2B angedeutet ist.

Nunmehr soll die Betriebsweise des Rüttlers obigen Aufbaus erläutert werden.

Die Wechselspannung des Netzes wird durch den Gleichrichter 16 in eine Gleichspannung umgewandelt, die dann vom Inverter  $B_4$  in eine Wechselspannung geeignet vorgegebener Frequenz umgewandelt wird. Es ist allgemein bekannt, daß Spannungen, die in der dreiphasigen Sternschaltungs-Statorwicklung 2a induziert werden, welche mit solchen Spannungen versorgt wird, sich aus Grundwellen und harmonischen Oberwellen zusammensetzen, und zwar in Abhängigkeit von Magnetflußstörungen im Spalt, hauptsächlich dritte harmonische Oberwellen. Die Grundwellen sind nacheinander um eine Winkelentfernung von 120 Grad versetzt und treten somit am Nullpunkt der dreiphasigen Statorwicklung 2a nicht auf, jedoch erscheint dort eine Spannung, die mit der Grundwelle in Phase ist und eine Frequenz aufweist, die dreimal größer ist als diejenige der Grundwelle, so daß sich also die dritte Harmonische der Spannungswelle  $v_{02}$  ergibt, deren Periode sich synchron mit der Drehgeschwindigkeit des Motors ändert, wobei diese Spannungswelle, wie gesagt, am neutralen Punkt der Sternschaltung auftritt. Wenn somit die Spannungen der entsprechenden Phasen im Gleichgewicht sind, dann ergibt sich keine Grundwellen-Spannungskomponente am neutralen Punkt. Wenn die zugeführte Spannung im wesentlichen nur aus den Grundkomponenten besteht, dann wird das Potential am neutralen Punkt stets Null sein. Wird das Potential  $v_{01}$  am neutralen Punkt der sterngeschalteten Dreiphasenwiderstände 13 als Bezugspegel verwendet und die Differenz zwischen dem Bezugspegel und dem tatsächlichen Potential  $v_{02}$  am neutralen Punkt der dreiphasigen Statorwicklung 2a ermittelt, dann können daraus die dritten harmonischen Spannungskomponenten ermittelt werden, die mit der Drehung des Permanentmagnetrotors synchron sind und deren Zyklusdauer sich proportional der Drehgeschwindigkeit des Motors ändert. Es ist somit möglich, elektrisch die Position der Drehung des Permanentmagnetrotors in einer Entfernung vom Rüttlerkörper A festzustellen, ohne die Notwendigkeit der Verwendung des eingangs erwähnten Hall-Elements oder dergleichen, das nur eine niedrige Widerstandsfähigkeit besitzt, d.h., leicht durch Vibrationen sowie durch die vom Motor erzeugte Wärme beschädigt oder gar zerstört wird.

In anderen Worten, alle Bezugssimpulse der Geschwindigkeitseinstellung des Geschwindigkeitseinstellkreises 15 und die der Zyklusdauer der dritten harmonischen Spannungskomponenten entsprechenden Impulse des Drehstellungsfühlers  $B_1$  werden miteinander durch den Geschwindigkeitssteuerkreis  $B_2$  verglichen und der Inverter  $B_4$  wird durch einen Feedback eines impulsbreitenmodulierten Ausgangssignals über den Kommutationssteuerkreis  $B_3$  gesteuert, um so wiederum die Stromzuführung zur Statorwicklung 2a derart zu steuern, daß das vom Geschwindigkeitssteuerkreis  $B_2$  ermittelte periodische Fehlersignal stets auf Null erniedrigt wird. Auf diese Weise wird die Drehgeschwindigkeit des Motors stets derart gesteuert, daß sie dem

eingestellten Wert folgt. Weil das Einstellen der Drehgeschwindigkeit variierbar ist, können die gewünschte Geschwindigkeit und die gewünschte Rüttelfrequenz stets gemäß den jeweiligen Anforderungen gewählt und erreicht werden.

Bei obiger Ausführungsform wird also eine Impulsbreitenmodulation zur Kommutationssteuerung des Inverters verwendet, es ist jedoch auch möglich, einen Inverter mit Unterbrechersteuerung zu verwenden, wie er beispielsweise in Fig. 4 dargestellt ist. Solche Inverter sind allgemein bekannt, so daß sich eine Beschreibung erübrigt. Obwohl beim obigen Ausführungsbeispiel ein Halbleiter-Motor zur Ermittlung der Drehstellung des Permanentmagnetrotors verwendet wird, und zwar auf der in der Statorwicklung induzierten dritten harmonischen Spannungskomponente, ist es auch möglich, einen Halbleitermotor zu verwenden, der die Abtastung der Drehstellung des Permanentmagnetrotors auf der Grundlage der elektromotorischen Rückstellkraft der Frequenz ermittelt, die in jeder Statorwicklung induziert wird.

Wie erwähnt, wird bei der Erfindung die Vibration durch den Halbleitermotor erzeugt, der die Stellung der Drehung des Permanentmagnetrotors unter Verwendung der Spannung ermittelt, die in der Statorwicklung erzeugt wird. Damit aber werden alle eingangs erwähnten Nachteile der bisherigen Rüttler überwunden und es ergibt sich ein Rüttler, der im wesentlichen allen Anforderungen, die an ein solches Gerät gestellt werden, erfüllt. Im einzelnen ergibt sich dabei:

(1) Weil die Funktion der Bürste des Gleichstrommotors durch die in der Statorwicklung induzierte Spannung zwecks Ermittlung der Position des Permanentmagnetrotors verwendet wird, besteht keine Notwendigkeit der Verwendung eines Hall-Elements oder dergleichen, das leicht durch Vibrationen und durch die Wärmeausstrahlung des Motors beschädigt werden kann, also wenig widerstandsfähig ist.

(2) Weil die induzierte Spannung für die Ermittlung der Position herangezogen wird, können der Rüttlerkörper und der Antriebsschaltkreiskasten mehr als erforderlich voneinander entfernt werden, wobei beispielsweise ein Abstand von 20 m durchaus möglich ist. Hinzu kommt, daß die Leiter des den Schaltkreiskasten mit dem Rüttlerkörper verbindenden Kabels in ihrer Zahl auf drei oder vier Leiter für die Statorwicklung begrenzt sind, so daß das Kabel nicht allzu dick sein muß, mit der Folge, daß der Rüttler nach der vorliegenden Erfindung frei von den Nachteilen der üblichen Rüttler mit Halbleitermotor und Fühler ist.

(3) Weil eine beliebig festgelegte Vibrationsfrequenz dadurch erhalten werden kann, daß die eingestellte Frequenz der Bezugssignalperiode des Geschwindigkeitseinstellkreises geändert wird, ist es nicht nur möglich, die optimale Vibration dem Beton in Abhängigkeit von dessen Härte aufzuprägen, sondern auch die Drehgeschwindigkeit des Motors konstant zu halten, unabhängig von Schwankungen der Speisespannung. Der Betonrüttler nach der Erfindung kann somit an ein übliches Stromversorgungsnetz oder an einen Motorgenerator angeschlossen werden und ist deshalb nicht auf irgendwelche besonderen Energieversorger angewiesen. Weil die Drehgeschwindigkeit des Motors so gesteuert wird, daß sie konstant bleibt, besteht keine Möglichkeit der Erniedrigung der Vibrationsfrequenz durch Schlupf, wie dies bei den üblichen Induktionsmotoren der Fall ist, so daß auch kein Absinken der Leistung bei Belastung erfolgt. Weil nicht die Notwendigkeit der Verwendung

eines Motors großer Kapazität besteht, eine Verminderung der Vibrationsfrequenz bei Schlupf (Induktionsmotor) verhindert, kann der Rüttler klein und leicht gebaut werden, was einen besonderen Vorteil für die den Rüttler betätigenden Personen darstellt.

(4) Weil keine besondere Hochfrequenz-Leistungsquelle, beispielsweise ein besonderer Motorgenerator, erforderlich ist, kann der Aufbau des erfindungsgemäßen Rüttlers einfach und vergleichsweise kostensparend sein.

(5) Der Rotor ist ein Permanentmagnet und erzeugt somit keine Wärme und der wärmeerzeugende Stator befindet sich außerhalb des Rotors und kann somit leicht gekühlt werden.

(6) Der Halbleitermotor hat einen Wirkungsgrad von 10 bis 20% höher als ein Induktionsmotor; somit kann der Motor kleiner, leichter und leistungssparender ausgelegt werden.

(7) Der Start-Stop-Schalter kann in einen Schwachstromkreis eingesetzt werden, beispielsweise in den Grundsignalkreis des Inverters  $B_4$  (Fig. 3), was zu einer geringen Baugröße führt. In das Kabel kann nahe dem Rüttler ein Reed-Schalter oder ein Schnappschalter eingesetzt werden. Weil der Schalter wasserdicht ausgeführt werden kann, besteht nicht die Gefahr eines Überschlags oder eine Gefährdung der Bedienungsperson durch einen elektrischen Schlag. Weil der Schalter nahe dem Rüttler angeordnet sein kann, ist es möglich, daß der Rüttler durch eine einzige Person in den Beton eingeführt und eingeschaltet wird und darüberhinaus kann der Rüttler auch ferngesteuert werden, was den Freiheitsgrad bezüglich der Betätigung erhöht.

(8) Der Rüttler nach der Erfindung ist kleiner und leichter als die Induktionsmotoren verwendenden Rüttler und kann durch eine einzige Person transportiert werden und kann auch leichter als die bisherigen Rüttler auf dem gleichen Stockwerk eines Gebäudes bewegt werden. Somit erfüllt der Rüttler nach der Erfindung in vielen Richtungen Forderungen, denen die bisherigen Rüttler nicht Rechnung tragen.

#### Patentansprüche

1. Betonrüttler mit einem Rüttlerkörper aus einem Motor und einem von einem Motor angetriebenen Antrieb und mit einem Antriebsschaltkreis, der mit dem Rüttlerkörper über ein Kabel oder eine Hülse verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor ein Motor mit Permanentrotor und Dreiphasen-Statorwicklungen ist, daß ein Geschwindigkeitssteuerkreis zur Ermittlung einer Spannung der dreiphasigen Statorwicklungen vorgesehen ist, wobei die ermittelte Spannung mit der Ausgangsspannung eines Geschwindigkeitseinstellkreises verglichen und daraus ein Geschwindigkeitssteuersignal abgeleitet wird, und daß ein Halbleiter-Inverter vorgesehen ist, der durch negatives Rückkoppeln des Steuersignals des Geschwindigkeitssteuerkreises in Kommutation gesteuert wird, um so den Eingang des Motors zu steuern.

2. Betonrüttler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Motor ein fühlloser Halbleitermotor ist.

3. Betonrüttler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiter-Inverter ein Inverter mit Zerhackersteuerung ist.

4. Betonrüttler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiter-Inverter durch ein Im-

pulsbreitenmodulationssystem gesteuert wird.  
5. Betonrüttler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Halbleiter-Inverter durch ein Impulshöhenmodulationssystem gesteuert wird.

3901893

15

Fig.: 15: 11

Fig. 1A

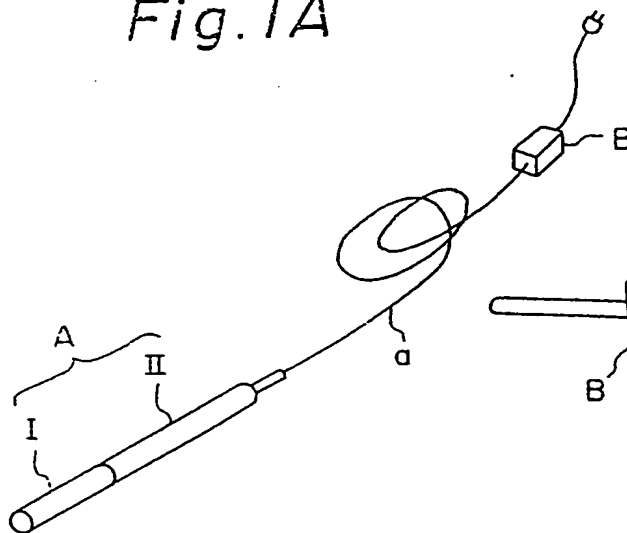


Fig. 1B

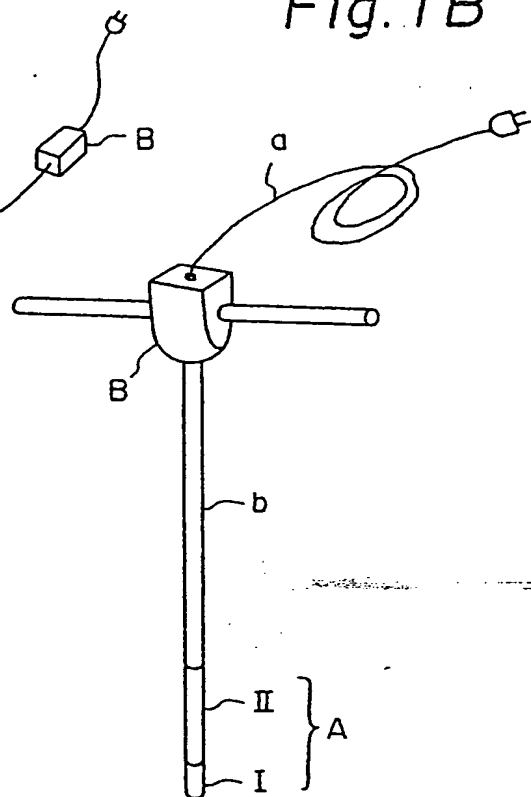


Fig. 2A

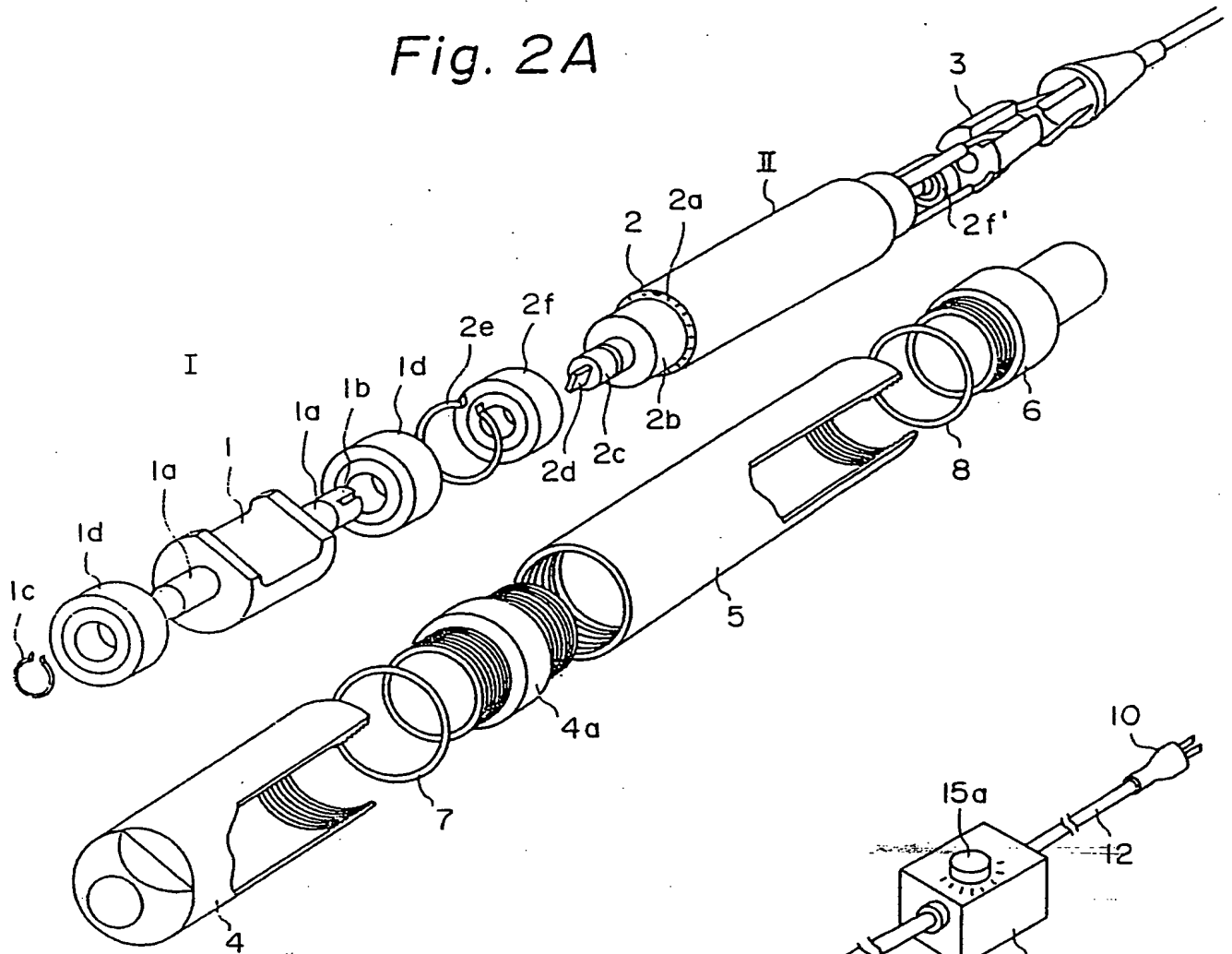
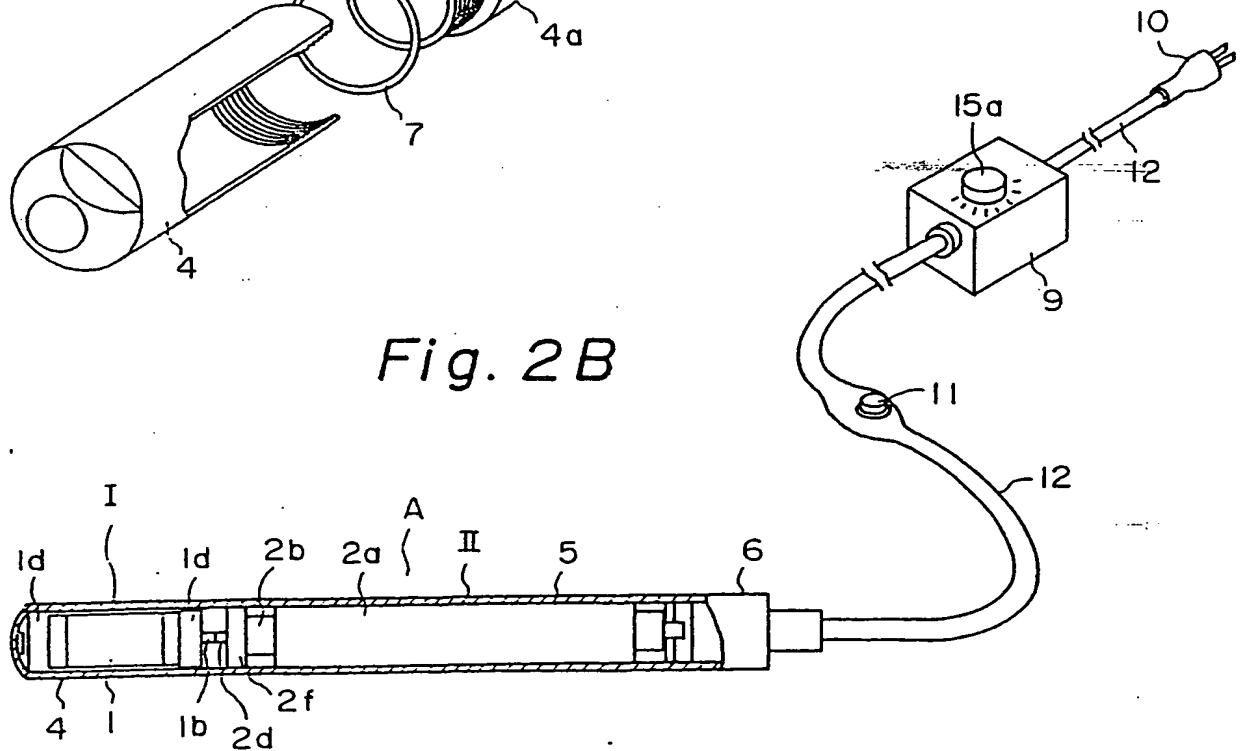


Fig. 2B



3901893

Fig. 3

7+\*

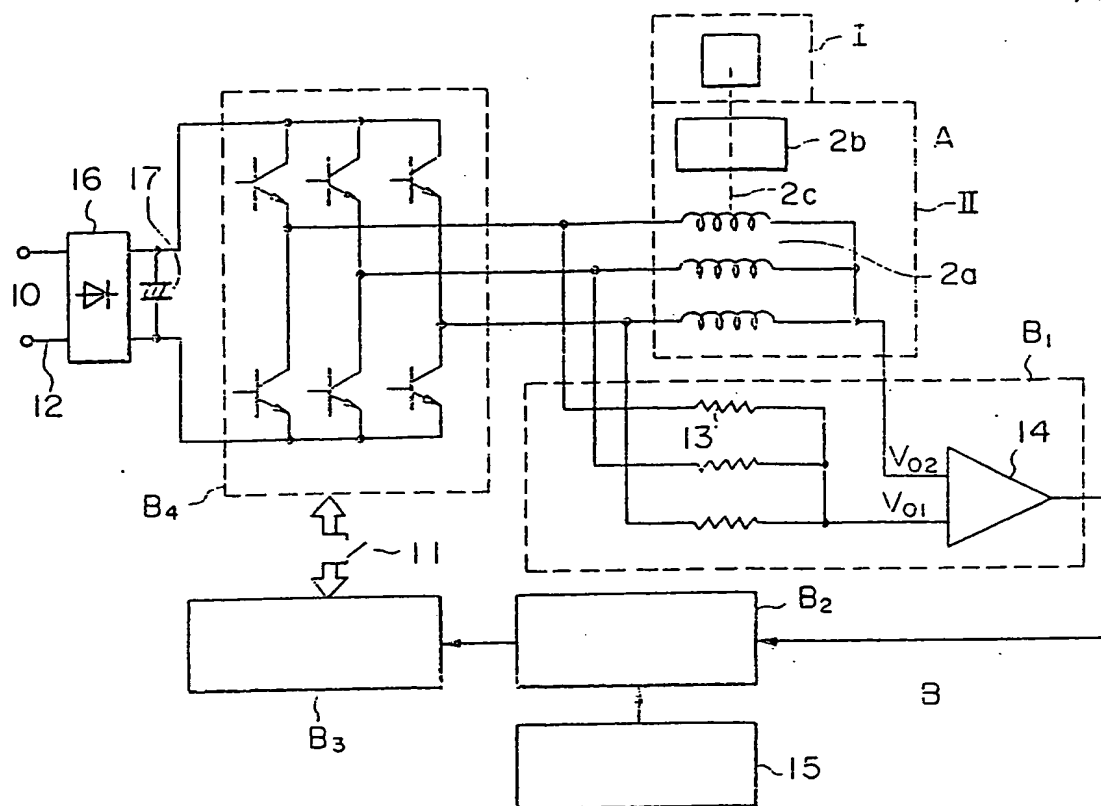
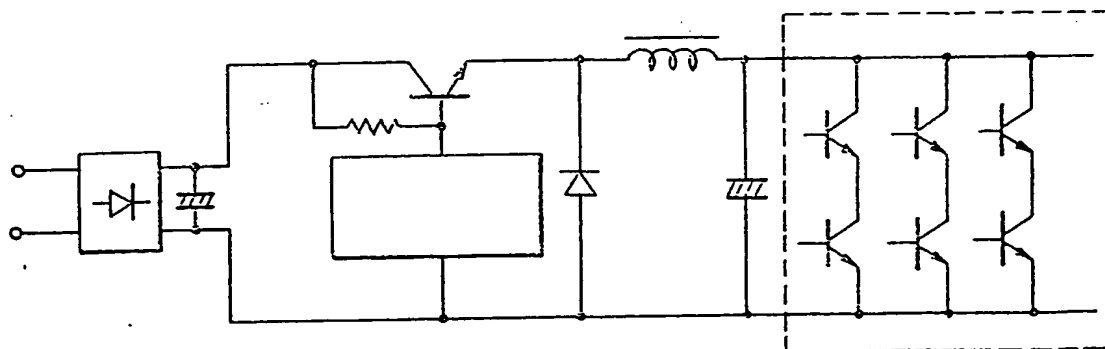


Fig. 4





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**